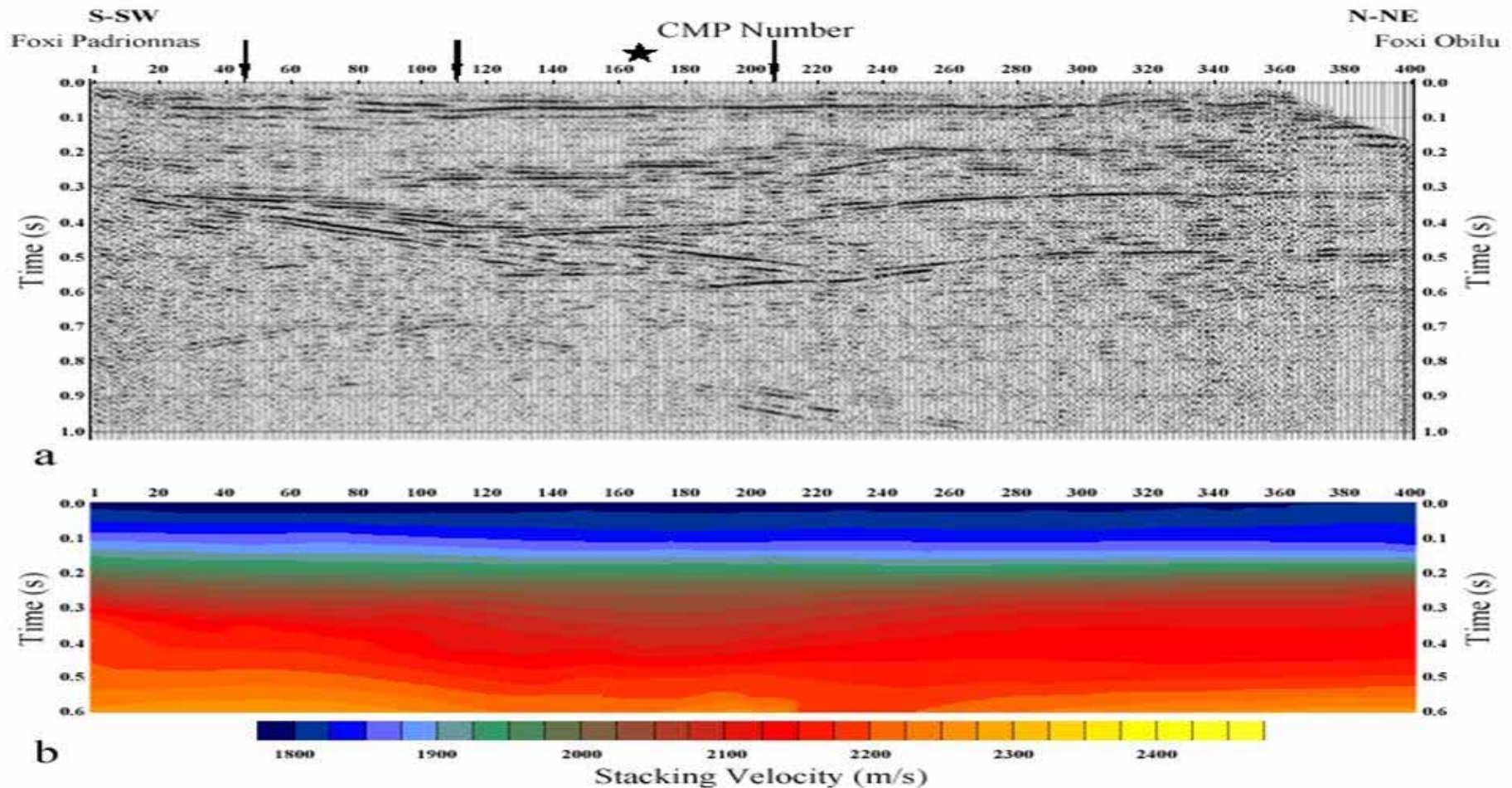


GRIDA3

OR5: Imaging Geofisico

CRS4 - DIT (UNICA)

Sismica a Riflessione = Tecnica di "Imaging"



Alcune possibili applicazioni “non petrolifere”

Ingegneria Ambientale:

- Geometria dei corpi di discarica

- Topografia del basamento impermeabile

- Verifica degli spessori dei materiali di chiusura

Idrogeologia:

- Determinazione dei confini dell'acquifero

- Stima di alcuni parametri idrogeologici
(porosità, contenuto in fluidi, ecc.)

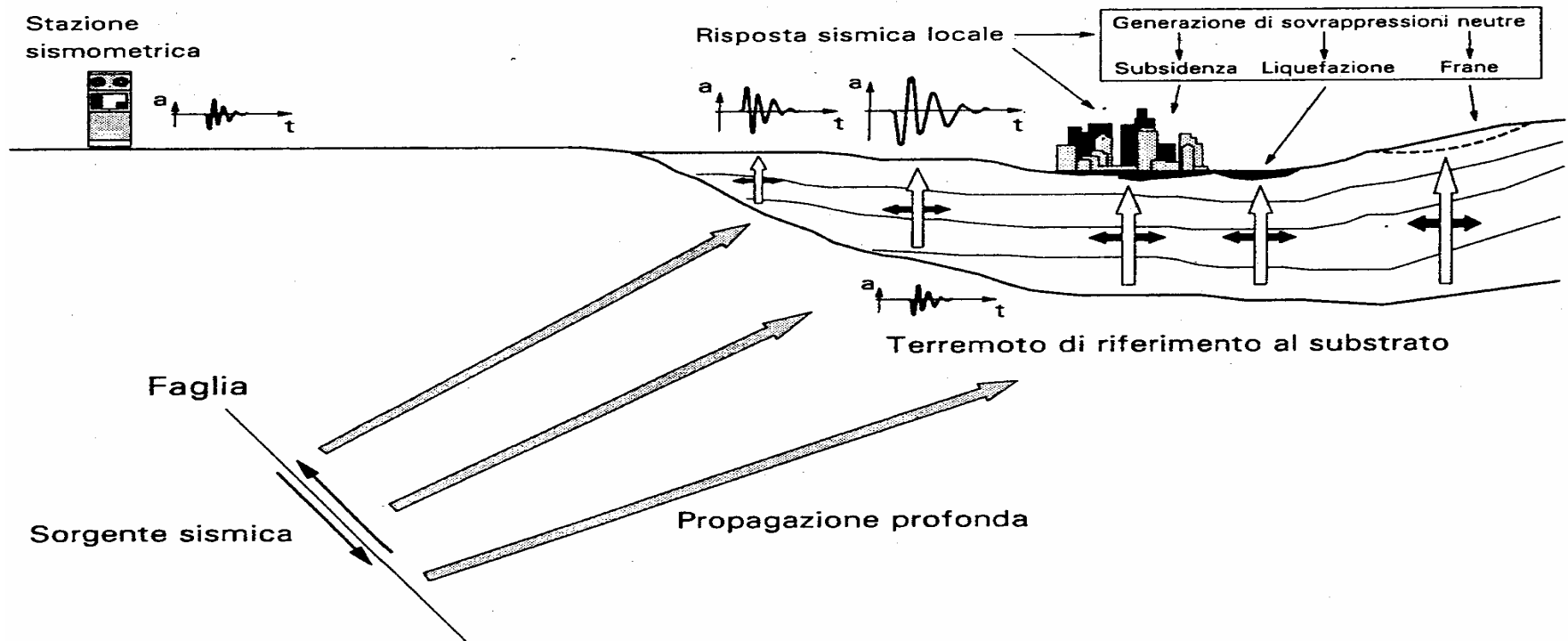
Ingegneria Sismica e Geotecnica:

- Caratterizzazione dei versanti in frana

- Risposta Sismica Locale

Risposta Sismica Locale

Propagazione di un evento sismico dalla sorgente al sito e problemi geotecnici associati



Risposta Sismica Locale

Terremoto di İzmit, Turchia
(17.08.1999)

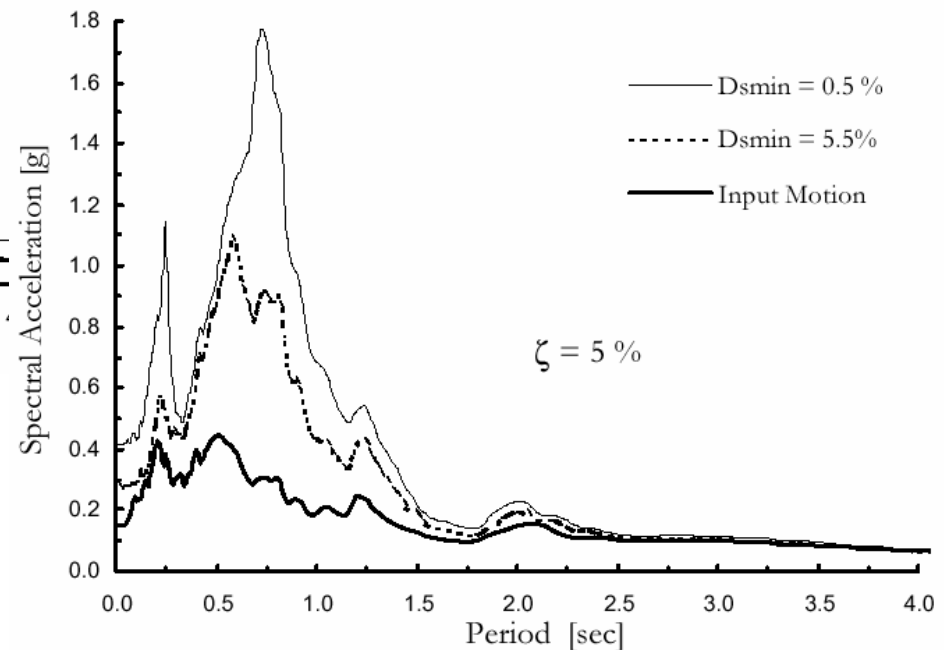
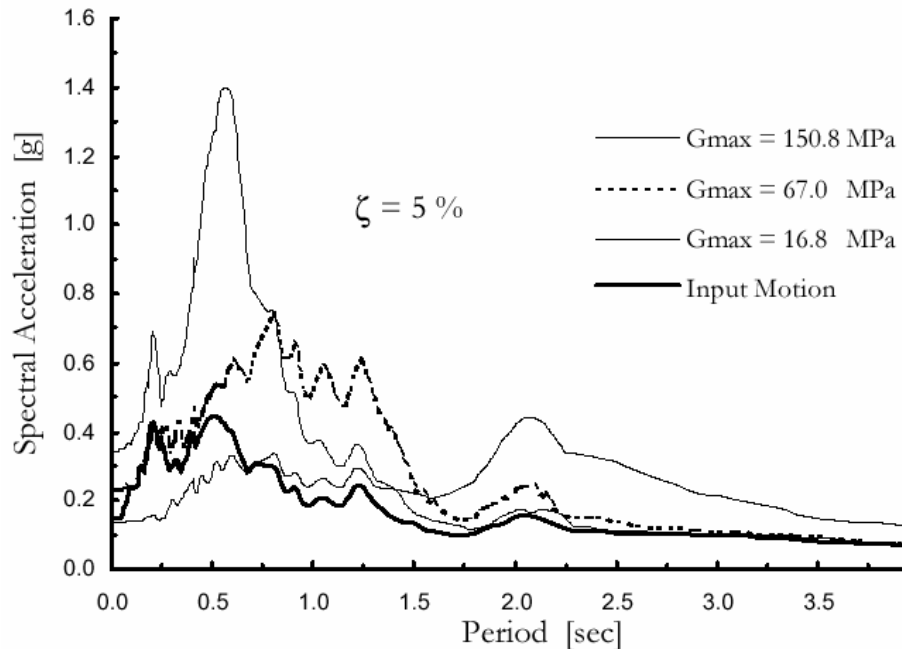
Magnitudo = 7.4



Importanza delle proprietà dinamiche dei terreni

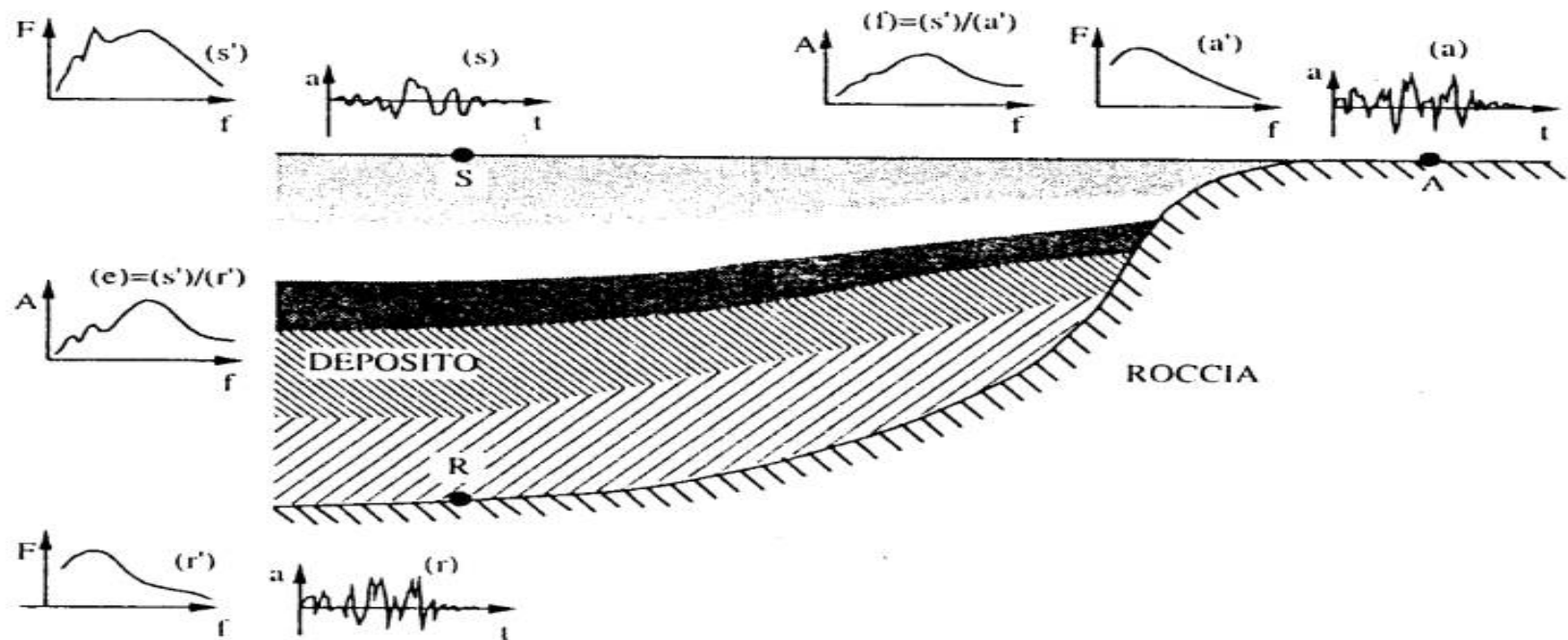
$G_{\max} = G_0 =$ modulo di taglio

$D_{\min} =$ rapporto di smorzamento



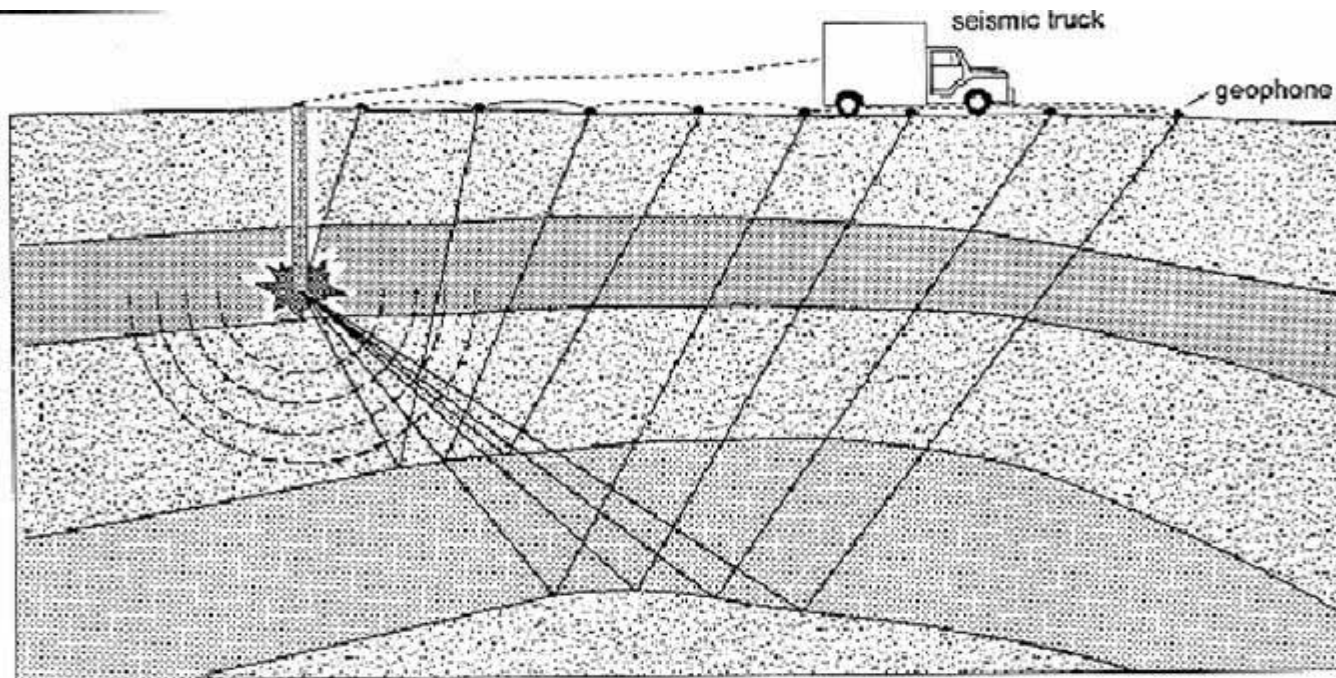
Effetti di Sito

Insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione rocciosa di base, subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie.

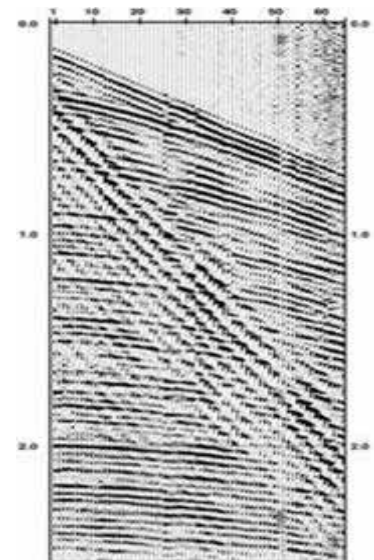


Principio di funzionamento

L'energia emessa da una sorgente in superficie si propaga nel sottosuolo mediante onde sismiche. Queste, obbedendo al principio del minimo tempo di percorrenza di Fermat, dopo aver subito rifrazioni e riflessioni possono essere rilevate in superficie mediante dei geofoni che inviano un segnale elettrico a un registratore digitale. L'insieme dei segnali provenienti da tutti i geofoni attivi vengono registrati in un Shot Record File.

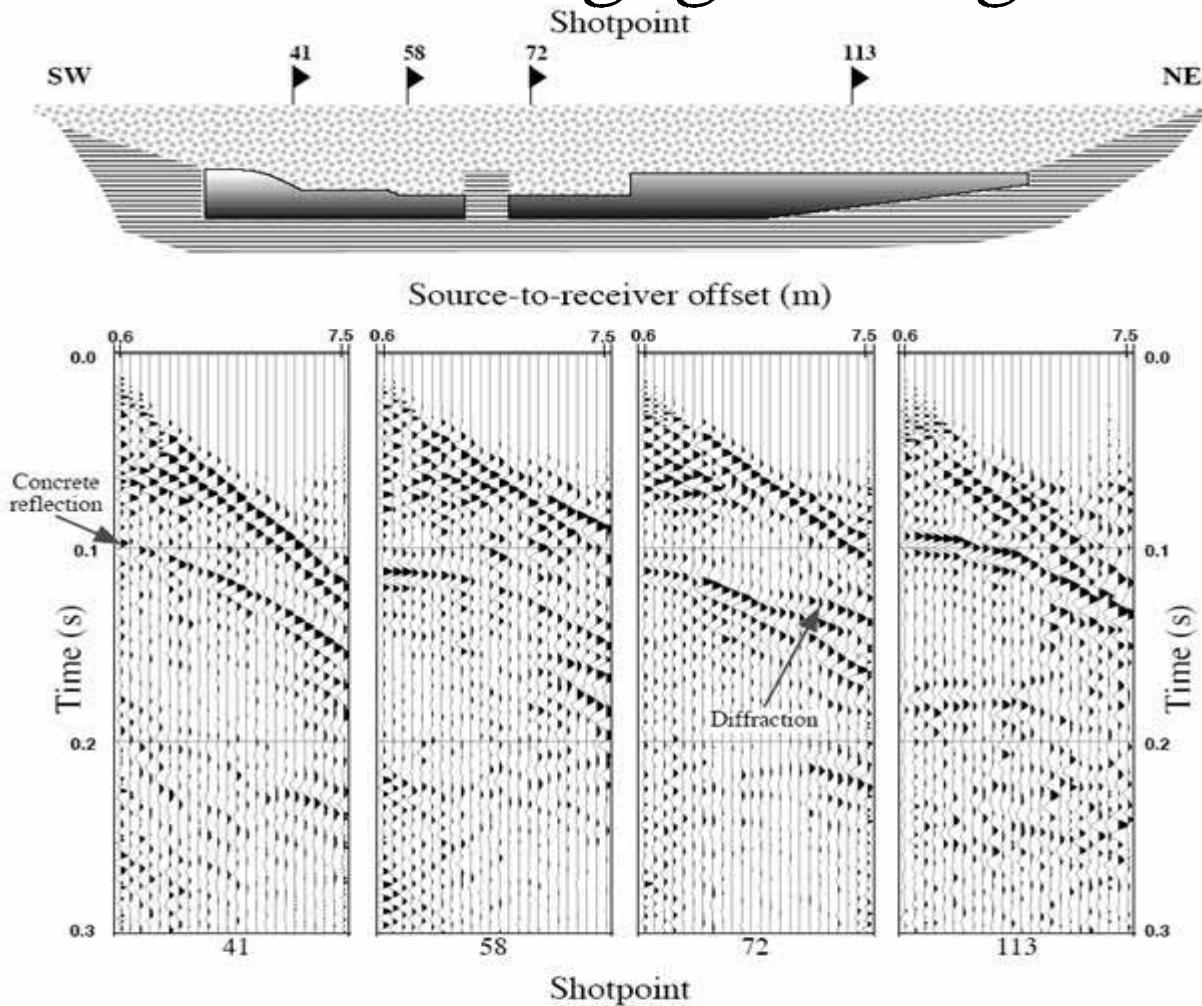


Shot Record



2D Seismic Imaging: Geologia

Sezione Sismica



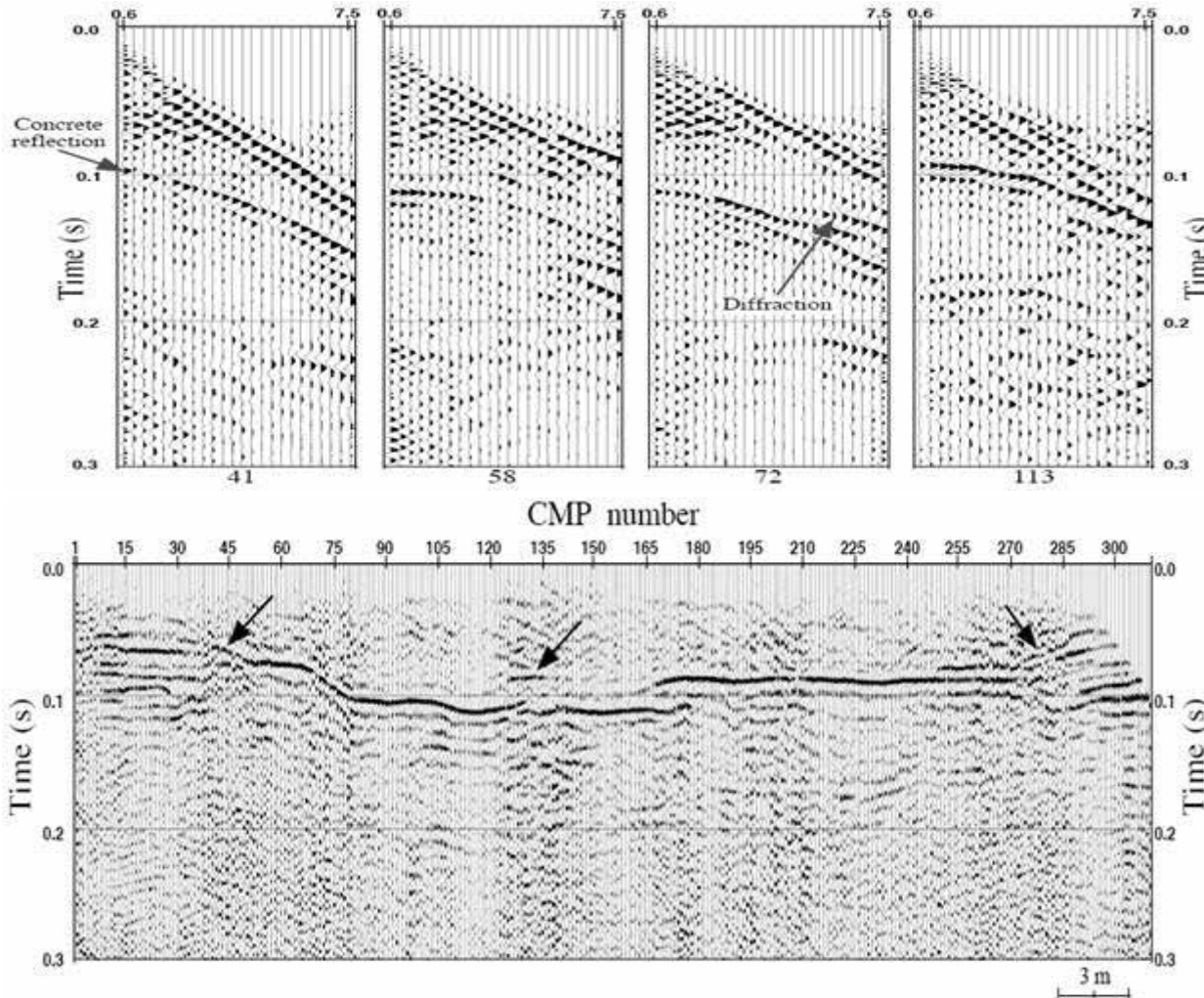
GEOLOGIA

ACQUISIZIONE

**RAW DATA
(shot gather)**

2D Seismic Imaging: Geologia

Sezione Sismica



RAW DATA

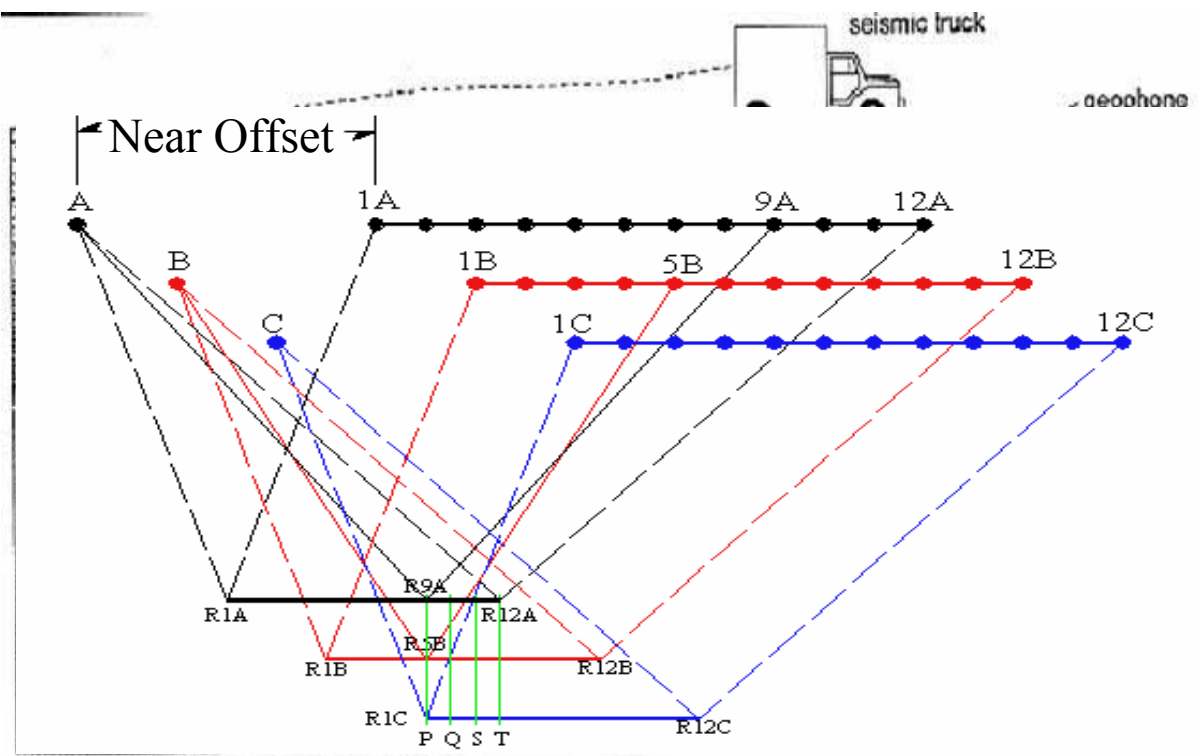
PROCESSING

**SEZIONE
SISMICA**

Procedure di Acquisizione

Posizionamento di sorgenti e ricevitori

Avanzamento sorgente e ricevitori



Sismica a Riflessione

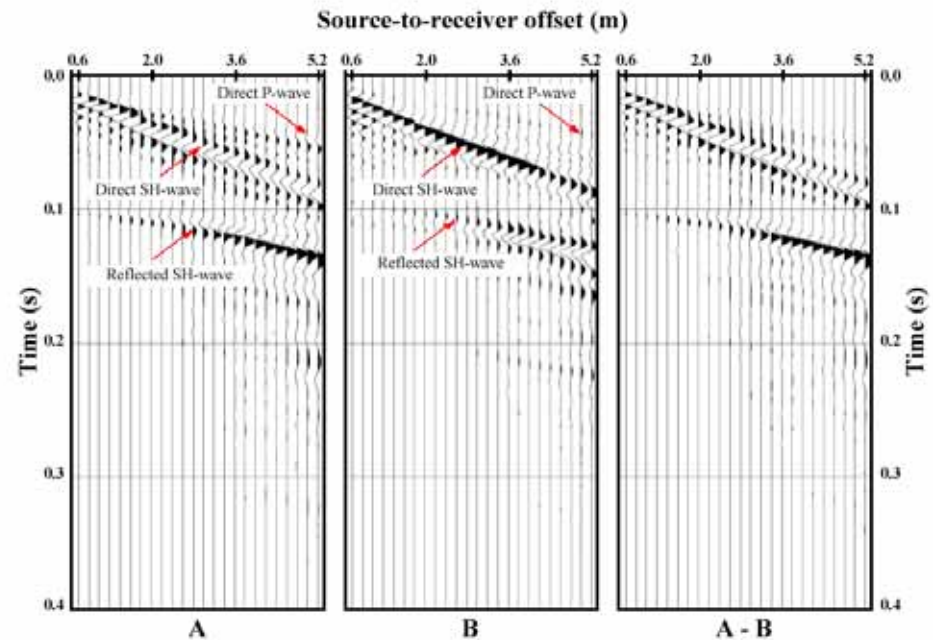
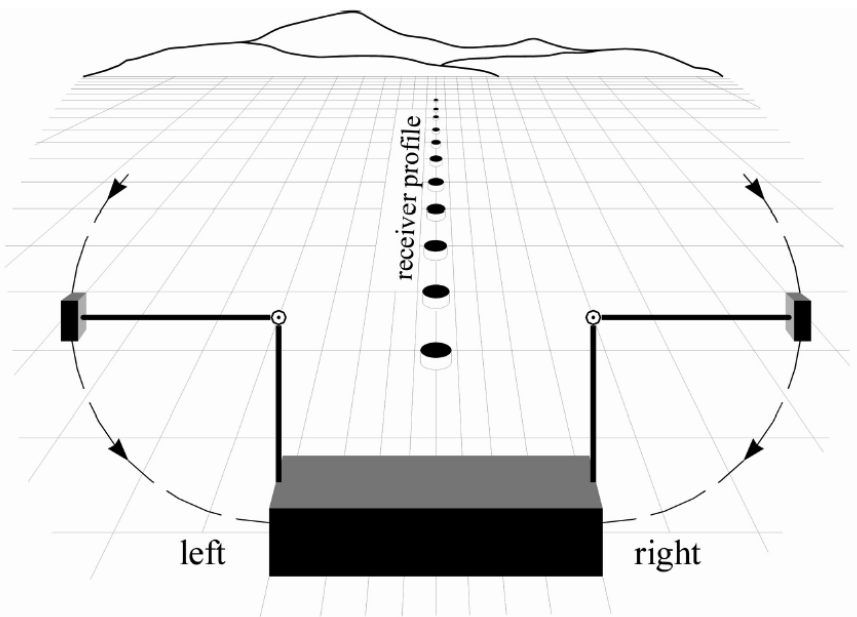


Miglioramento delle Procedure di Acquisizione



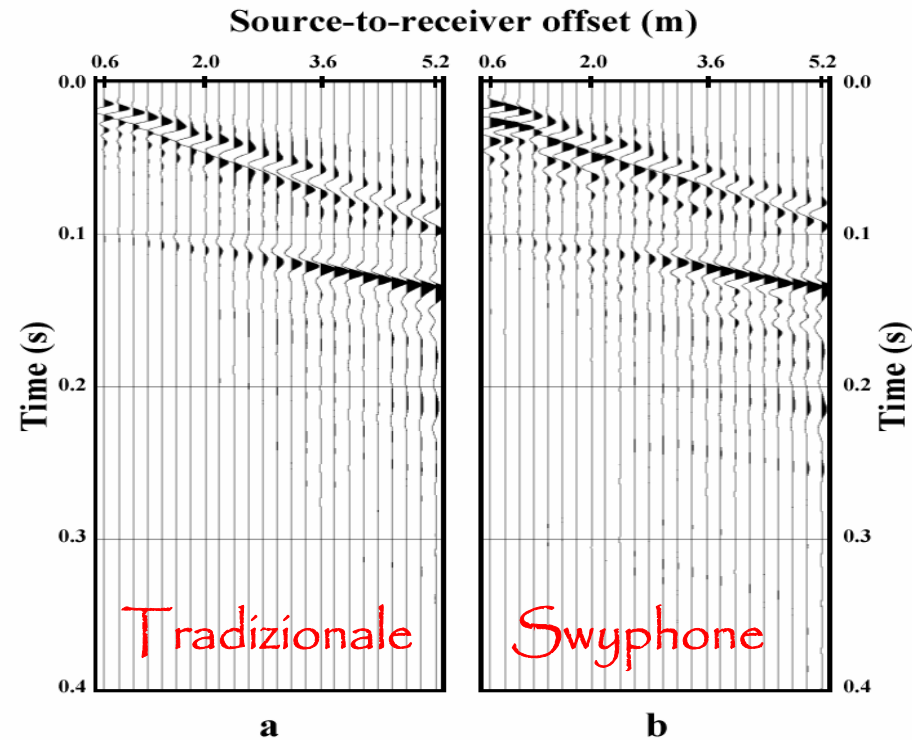
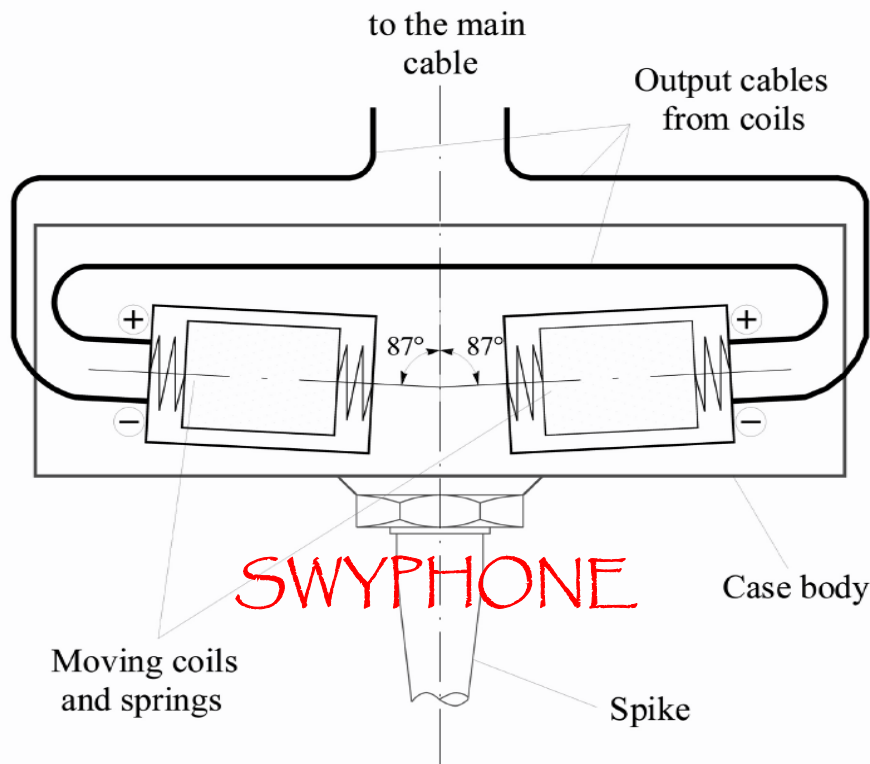
Sismica a Riflessione

Miglioramento delle Procedure di Acquisizione Onde SH



Sismica a Riflessione

Miglioramento delle Procedure di Acquisizione Onde SH



Data Processing



Input

System

Output

Seismic Records

Processing phases

Subsurface Image

PREPROCESSING

**GEOMETRICAL
PROCESSING**

**WAVELET
PROCESSING**

**IMAGE
PROCESSING**

Conversione dati
Geometria
Trace editing

Attenuazione noise

CMP Sorting
Analisi di Velocità e NMO
Statiche Residue
CMP stacking

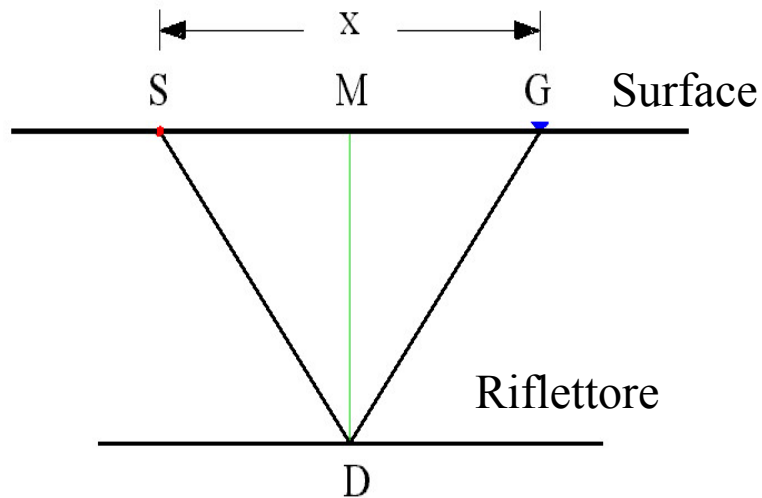
Deconvoluzione

Migrazione Sismica

Relazione Time - Offset

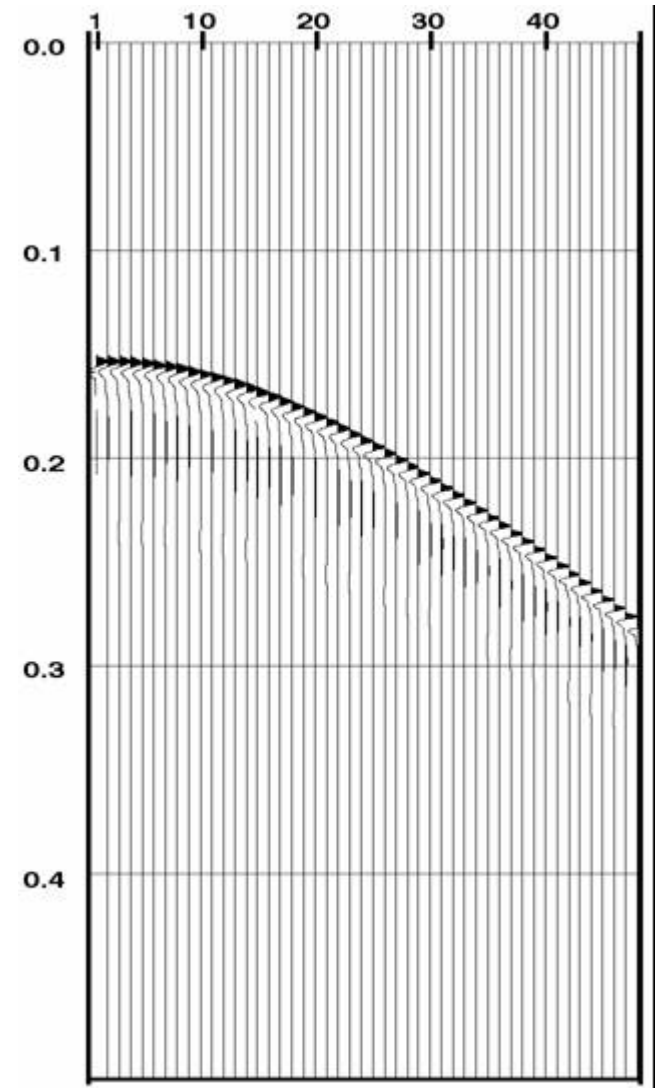


Normal Move Out = NMO



Iperbola

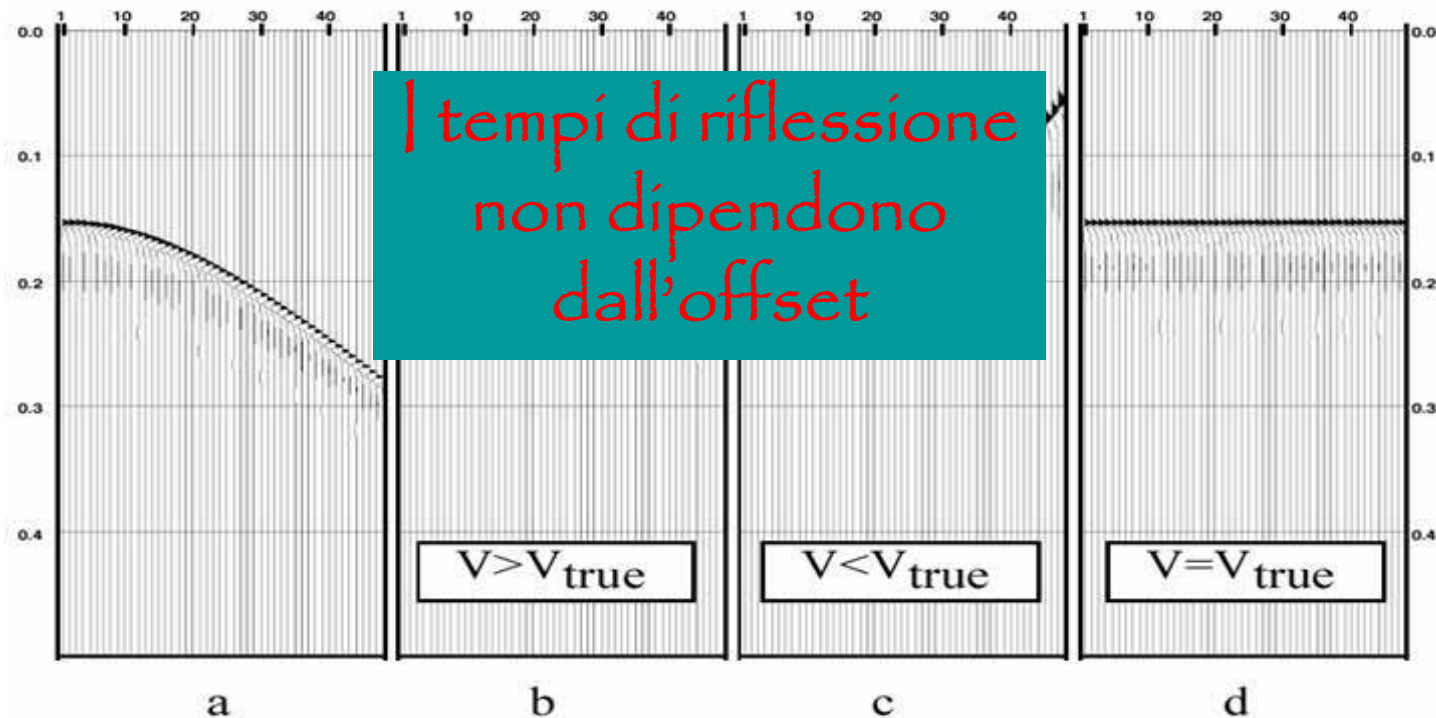
$$t(x) = \sqrt{\frac{x^2}{V^2} + T_0^2}$$



Relazione Time - Offset



Normal Move Out = NMO



- a) Reflection is not corrected
- b) Velocity is too high
- c) Velocity is too low
- d) Corrected with proper velocity

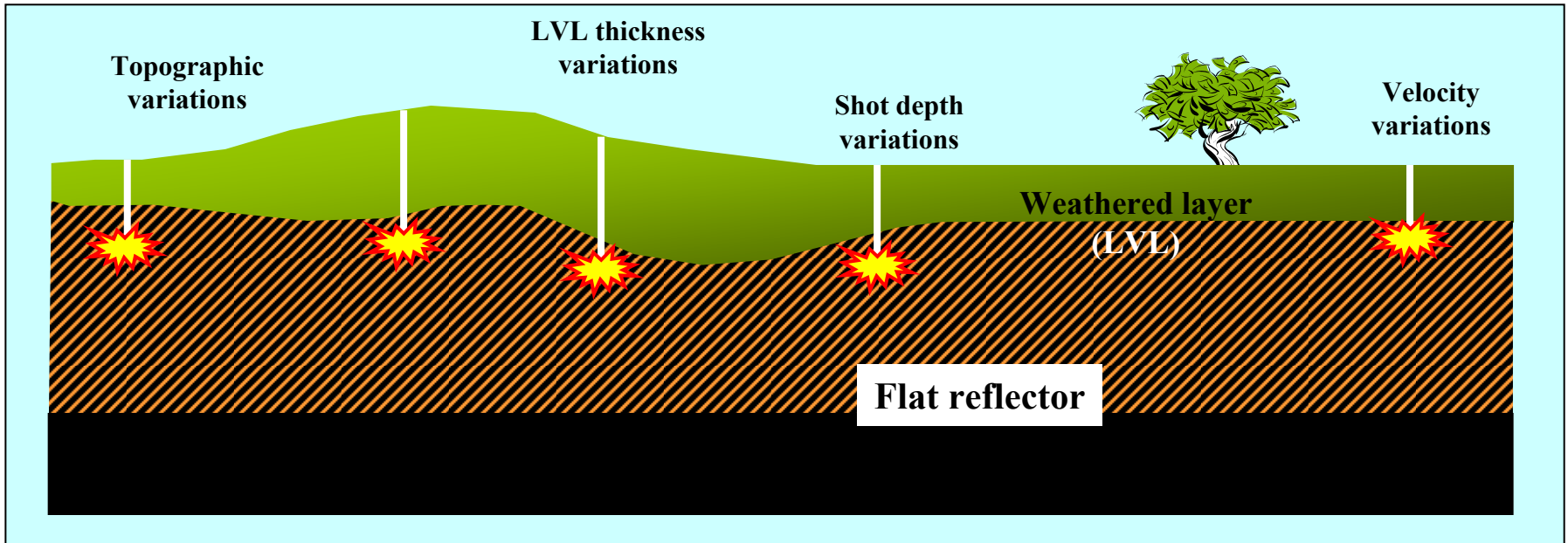
ANALISI di VELOCITA'

L'analisi di Velocità è la fase del processing che consente di determinare le Velocità di Stack

L'analisi di Velocità è una delle fasi più importanti (e purtroppo lunghe) di elaborazione. Senza una buona Analisi di Velocità le Sezioni Sismiche non forniscono immagini chiare e dettagliate.

L'analisi di velocità in Sismica superficiale è una procedura di modellizzazione diretta di tipo trial-and-error

Correzioni Statiche



Definizione di Statica (Sheriff, 1969):

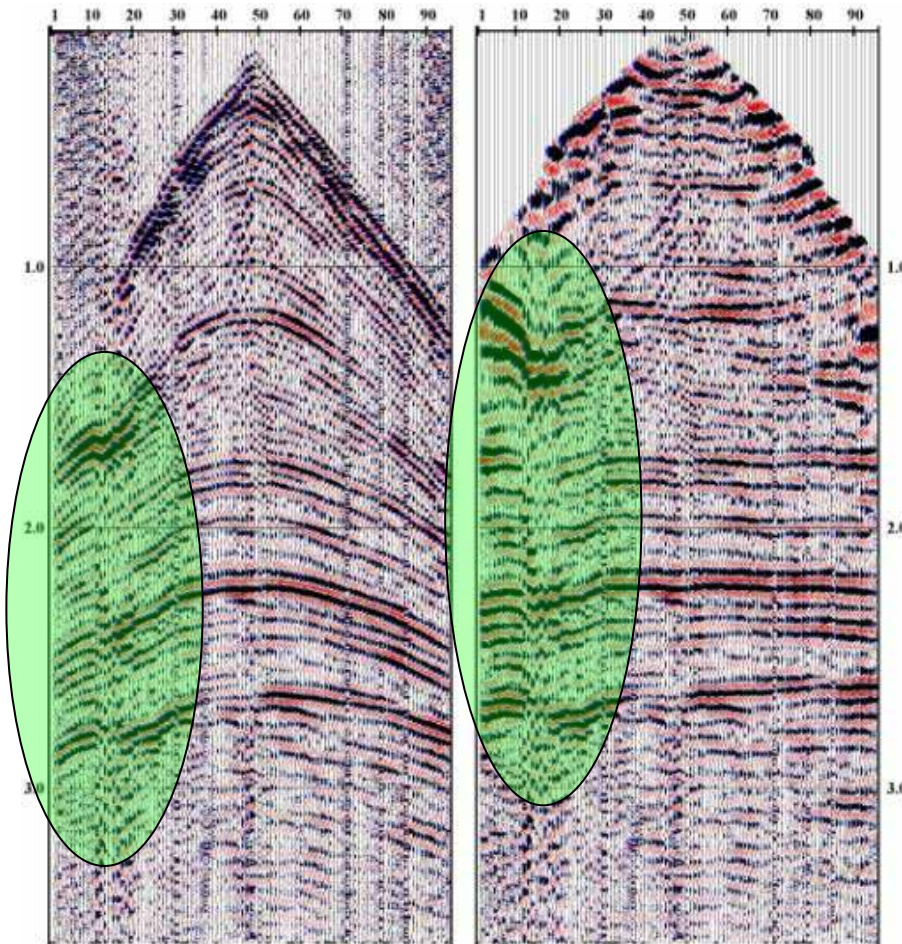
“Corrections applied to seismic data to eliminate the effect of variations in elevation and weathering thickness or velocity”

Types of Statics:

- 1- Field Statics or long-wavelength statics;
- 2- Residual statics or short-wavelength statics

Statiche Residue: Esempi

Sismica petrolifera



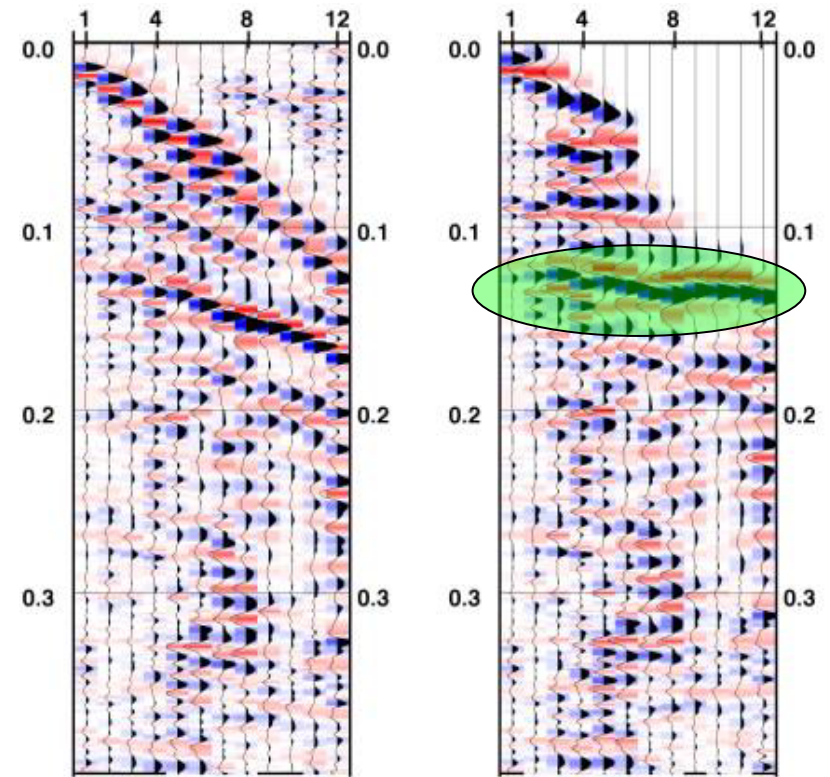
Prima

Dopo

1996, 28 Novembre 2006

Applicazioni Ambientali

Sismica superficiale



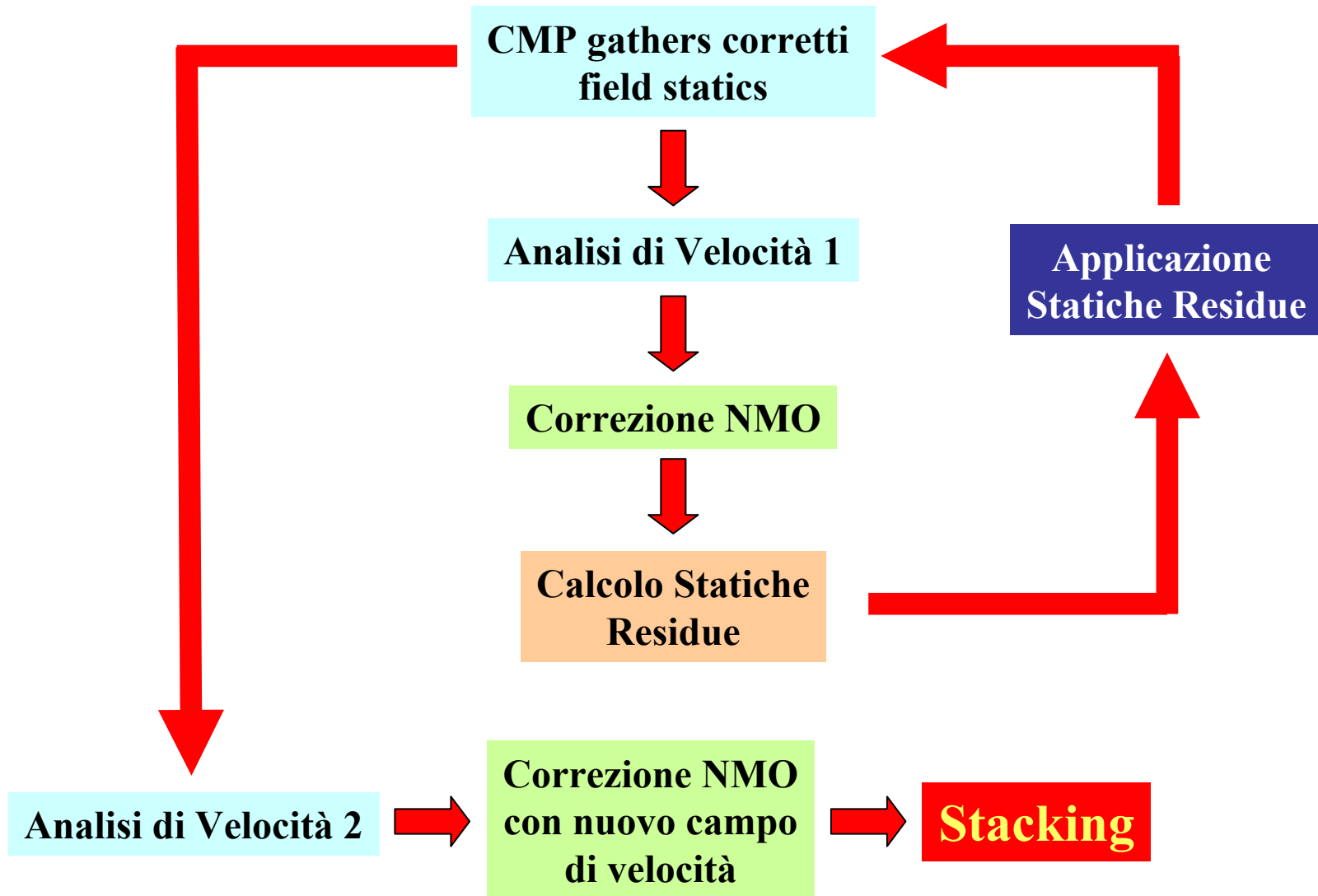
Prima

Dopo

Kick-off Meeting

Analisi di Velocità e Statiche Residue

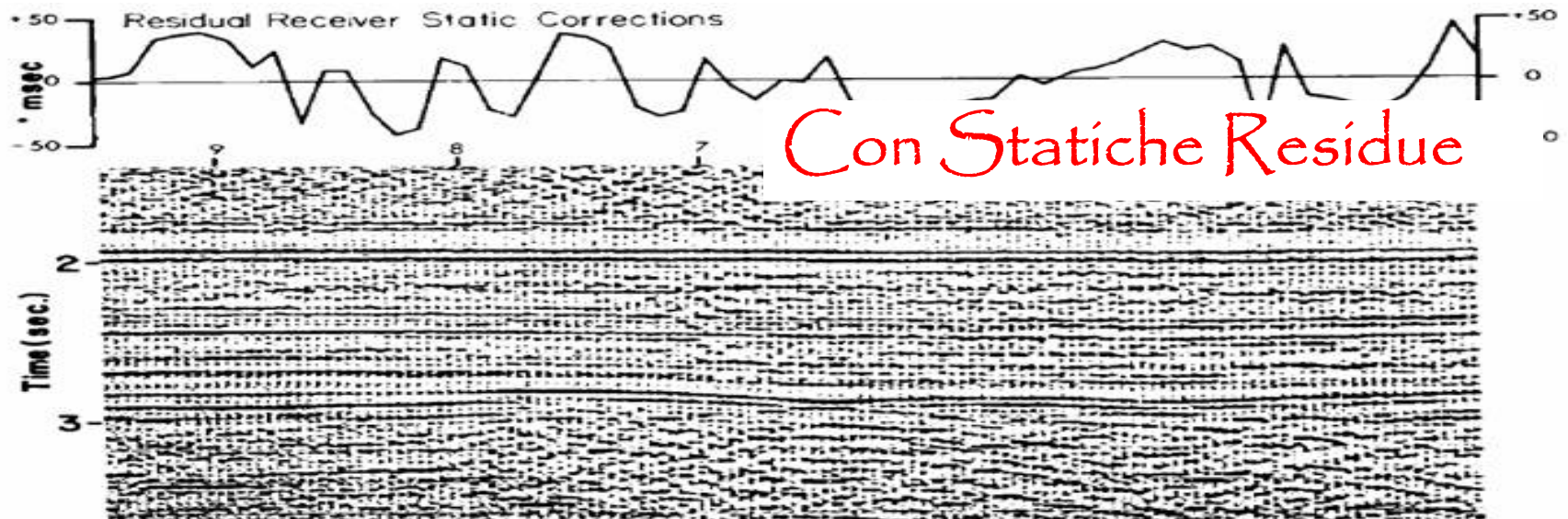
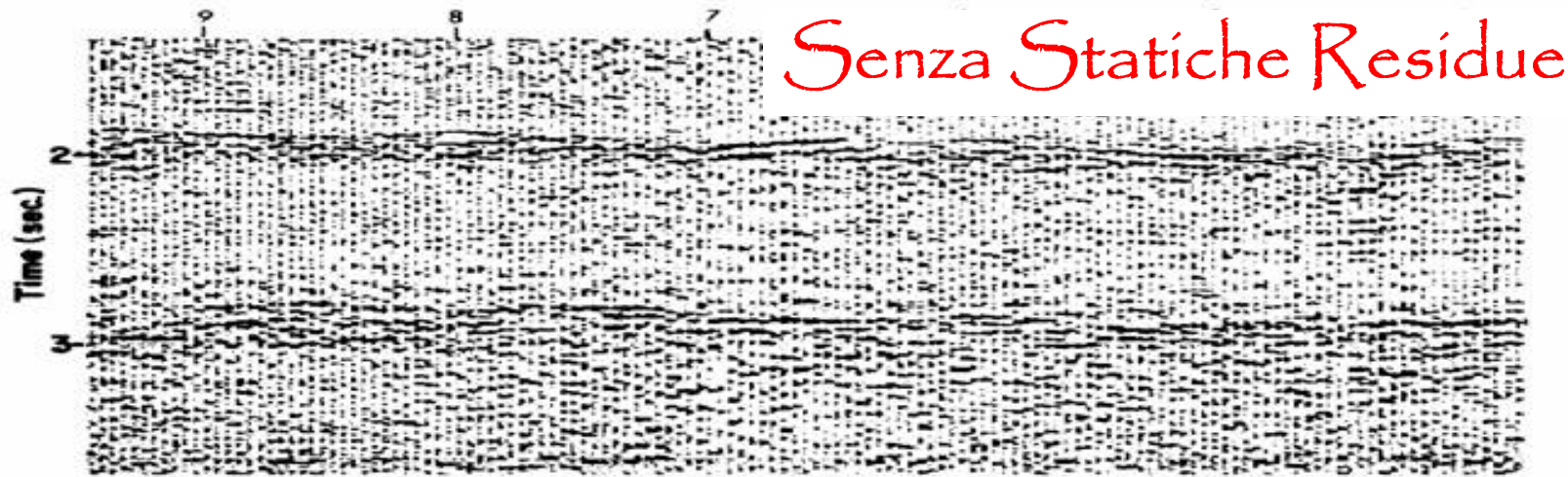
Procedura iterativa



Statiche Residue:



Migliore dettaglio e risoluzione



Obiettivi:

- Riduzione dei tempi di Elaborazione
- Ottimizzazione delle fasi di acquisizione

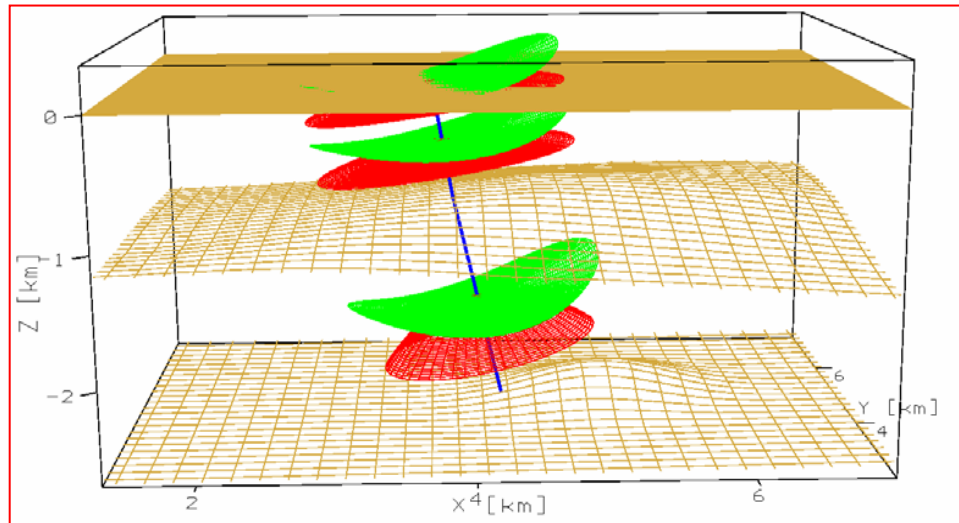
Abbattere i costi e trasformare la Sismica a Riflessione in una tecnica di indagine appetibile e di Routine in campo ambientale e ingegneristico

Implementazioni:

- CRS-Stack per la Sismica Superficiale
- Analisi di velocità completamente automatica
- Trasferimento dei dati sismici, via cellulare, dal sito al centro di calcolo;
- Elaborazione in tempo reale;
- trasferimento sezione sismica dal centro di calcolo al sito per ottimizzazione acquisizione

CRS-STACK 3D

- Lo stacking consente di comprimere i dati, con aumento S/N , simulando una acquisizione zero-offset (source-receiver)
- L'idea del CRS STACK e' descrivere la propagazione d'onda mediante una geometria locale (ottica parassiale): raggi + fronti d'onda paraboloido-ellittico



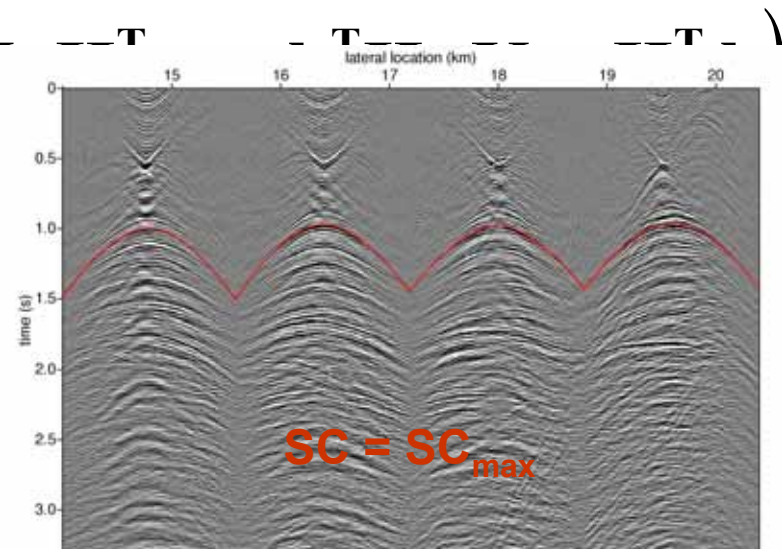
Definizione del problema

- Problema di ottimizzazione:

- Ricerca di 8 parametri per il fit di un'ipersuperficie in uno spazio pentadimensionale

$$SC = \frac{\sum_{t'_i=t_i-(N/2)}^{t_i+(N/2)} \left\{ \sum_{i=1}^M f_{i,t'_i} \right\}^2}{\sum_{t'_i=t_i-(N/2)}^{t_i+(N/2)} \sum_{i=1}^M f_{i,t'_i}^2}$$

\uparrow \uparrow
 T \mathbf{H}_{zy} \mathbf{K}
 T \mathbf{H}_{zy} \mathbf{K}



rgence :
it paran

3 NIP Wavefront parameters ($K_{NIP,11}$, $K_{NIP,12}$, $K_{NIP,22}$)

Ricerca velocità NMO

$$t_{hyp}^2 = t_0^2 + \frac{h^2}{2v_{nmo}^2}$$

$$SC = \frac{\sum_{t'_i=t_i-(N/2)}^{t_i+(N/2)} \left\{ \sum_{i=1}^M f_{i,t'_i} \right\}^2}{\sum_{t'_i=t_i-(N/2)}^{t_i+(N/2)} \sum_{i=1}^M f_{i,t'_i}^2}$$

- Metodi data-driven: trovare la velocità con algoritmi di ottimizzazione di funzioni di coerenza come la semblance
- Basta limitare lo spazio di ricerca: due possibilità

Limiti assoluti uguali per ogni punto della linea d'acquisizione

time	min	max
0.00	1500.0	1900.0
0.10	1540.0	2200.0
0.20	1550.0	2450.0
0.30	1575.0	2800.0
0.50	1600.0	3300.0
0.70	1600.0	3800.0

Limiti relativi ad una mappa di velocità data con un valori diversi per ogni punto

time	min	max
0.00	-30.0	+10.0
0.10	-45.0	+25.0
0.20	-45.0	+30.0
0.30	-10.0	+50.0
0.50	-20.0	+85.0
0.70	-80.0	+100.0

- Possibilità di ricerche ricorsive

Strategia adottata

- Separare le ricerche dei parametri utilizzando sottodomini dei dati
- Soluzione possibile grazie alla formulazione di ipotesi plausibili

$$t_{hyp}^2 = \left(t_0 + \frac{2}{v_0} \mathbf{w}^T \mathbf{m} \right)^2 + \frac{2t_0}{v_0} \left(\mathbf{m}^T \mathbf{H}_{zy} \mathbf{K}_N \mathbf{H}_{zy}^T \mathbf{m} + \mathbf{h}^T \mathbf{H}_{zy} \mathbf{K}_{NIP} \mathbf{H}_{zy}^T \mathbf{h} \right)$$

- Possibilità di ripetere più volte ogni singolo step

Step I

Automatic 3D CMP Stack

one three-parametric search for $V_{NMO,min}$, $V_{NMO,max}$ and γ_v .

Step II

3D ZO Stack

one five-parametric search for ψ , θ , γ_N , $R_{N,min}$ and $R_{N,max}$

Step IV

3D ZO CRS Stack

Stack using the eight parameters within the projected Fresnel Zones using the complete CRS operator

Step III

Determination of R_{NIP} parameters

From $V_{NMO,min}$, $V_{NMO,max}$ and γ_v (Step I) and ψ , θ (Step II), determination of $R_{NIP,min}$, $R_{NIP,max}$ and γ_{NIP}

Parallelizzazione dei singoli step

- Parallelizzazione Master-Slave

- Suddivisione “naturale” del lavoro nelle ricerche per la singola traccia
- Per ogni traccia le ricerche sono indipendenti dall'overlapping dei dati
- I/O compito solo del Master



Cosa fare?

- Sostituire MPI con processi seriali indipendenti coordinati da uno schedulatore
 - Possibilità di far lavorare assieme architetture diverse
 - Crash di un processo non influisce l'elaborazione degli altri
 - Maggiore flessibilità permette di sfruttare maggiormente le macchine
- I/O trasferito ai singoli processi e gestito da un "broker" (SRB?) richiamato all'interno dei processi stessi

Perché il Portale “grid”

- Visibilità immediata di tutte le funzionalità “utente”
- Nascondere tutto ciò che non è necessario vedere, semplificando il lavoro
- Maggiore accessibilità dei servizi e del controllo degli applicativi
- Maggiore sicurezza

IL RISULTATO FINALE

